فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ـ سال دهم ـ شماره سوم ـ پاییز ۱۳۸۹ ـ صفحات ۹۵- ۷۵

آلودگی هوا و عوامل مؤثر بر آن

(مطالعه موردی انتشار SPM و SO_2 در صنایع تولیدی ایران)

زهرا نصراللهی[۱]
مرضیه غفاری گولک[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۲/۲۱ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۸۹/۴/۷

چکیده

توسعه اقتصادی به عنوان یک رکن اساسی در مجموعه سیاست‌های هر کشور، از یک سو با صنعت، تکنولوژی و از سویی دیگر با آلودگی‌های زیست‌محیطی ارتباطی نزدیک دارد. تجربه کشورهای توسعه‌یافته نشان می‌دهد که پی‌گیری هدف توسعه اقتصادی با تأکید بر بخش صنعت و بهره‌برداری غیرمسئولانه از محیط زیست، توسعه پایدار را با مخاطرات جدی مواجه می‌سازد. آلودگی هوا از جمله مشکلات زیست‌محیطی است که با صنعتی‌شدن و افزایش مصرف انرژی شدت یافته است. با توجه به نقش اساسی بخش صنعت در روند توسعه کشورهای در حال توسعه، رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و میزان آلودگی ناشی از بخش صنعت از اهمیت فراوانی برخوردار است.

از این رو، این مطالعه با هدف تعیین رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و آلودگی هوا در صنایع تولیدی ایران و به کمک داده‌های تابلویی برای دوره ۸۶-۱۳۷۴ انجام گرفته است.

نتایج بررسی نشان می‌دهد که آلودگی هوا تابعی مثبت از مصرف انرژی، حجم فعالیت‌های صنعتی و حجم سرمایه فیزیکی و نیز تابعی منفی از بهره‌وری نیروی کار، قیمت سوخت‌های فسیلی و شدت مهارت نیروی انسانی است.

واژگان کلیدی: صنایع تولیدی ایران، آلودگی هوا، داده‌های تابلویی، مصرف انرژی

طبقه‌بندی JEL: Q53، L6.

---

۱. استادیار، عضو هیئت علمی دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری دانشگاه یزد. Email : nasrolaz@yahoo.com
۲. کارشناسی ارشد علوم اقتصادی از دانشگاه یزد. Email : ghafari_marzieh@yahoo.com

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

۱. مقدمه

طی نیم قرن اخیر، تخریب محیط زیست همراه با رشد فزاینده تولیدات صنعتی در کشورهای توسعه‌یافته، منجر به افزایش آگاهی‌های عمومی و عکس‌العمل در مقابل آثار سوء فعالیت‌های اقتصادی مخرب محیط زیست شده، به‌طوری‌که در دهه ۱۹۶۰ اعتراضات مردمی (به طور محدود) در برخی از کشورهای توسعه‌یافته آغاز شد (برقی اسکویی و یاوری، ۱۳۸۶: ۳). در این دوره، بسیاری از صاحب‌نظران، رشد اقتصادی و حفظ محیط زیست را در تضاد با یکدیگر در نظر می‌گرفتند. اما در اواخر دهه هشتاد و اوایل دهه نود میلادی با معرفی مفهوم توسعه پایدار، رشد اقتصادی با تأکید بر حفظ و کیفیت محیط زیست مورد توجه قرار گرفت.

از این‌رو، یکی از محورهای اصلی توسعه پایدار در هر کشور چگونگی تعامل بخش انرژی، محیط زیست و اقتصاد است و توسعه پایدار رویکرد نوین جهان متمدن را حرکت از «محیط‌زیستی اقتصادی» به سوی «اقتصادی زیست‌محیطی» می‌داند؛ رویکردی که لزومِ حمایت از محیط زیست را به وسیله همیاری و تعامل میان‌رشته‌ای بین متخصصان منابع طبیعی و محیط زیست با کارشناسان و نخبگانِ حوزه اقتصادی و دولتمردانِ حوزه‌ی سیاست بیش از پیش مورد تأکید قرار داده و از جمله ضروری‌ترین لوازم تضمین توسعه پایدار برمی‌شمرد.

امروزه تأمین انرژی از اساسی‌ترین پیش نیازهای توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها به شمار می‌رود. از طرفی، اثرات توسعه پایدار بخش انرژی نیز در بهبود شرایط اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی نقش بسزایی دارد زیرا بخش انرژی علی‌رغم ایفای نقش اساسی در فرایند توسعه اقتصادی موجب نشر آلاینده‌های مختلف زیست‌محیطی نیز می‌شود که از جمله مهمترین آنها آلودگی هوا در اثر انتشار و نشت گازهای آلاینده ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی است. این مسأله در کشورهای در حال توسعه همراه با تسریع در روند توسعه صنعتی، افزایش جمعیت، توسعه شهرها، استفاده نامناسب از سیستم‌ها و دستگاه‌های صنعتی، افزایش مصرف انرژی و عدم رعایت مقررات زیست‌محیطی، شکل جدی‌تری به خود گرفته است و اگر همزمان با تلاش این جوامع برای نیل به هدف رشد و توسعه، به محیط زیست توجه نشود، هزینه‌های ناشی از صدمات وارد شده به محیط زیست، خسارات جبران ناپذیری را ایجاد می‌نماید؛ به نحوی که توسعه پایدار را با مخاطرهٔ جدی مواجه می‌سازد.

با توجه به اهمیت و جایگاه ویژه بخش صنعت در فرایند رشد و توسعه کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، مصرف انرژی به عنوان یکی از مهمترین عوامل تولید در بخش صنعت و به تبع آن، میزان مواد آلاینده حاصل از احتراق سوخت‌های فسیلی نیز به شدت افزایش یافته است. به همین دلایل آثار و پیامدهای آن به‌صورت انواع آلودگی‌ها بویژه آلودگی هوا و کاهش کیفیت محیط

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

زیست در بسیاری از مناطق کشور از جمله مناطق شهری و صنعتی هویدا شده که این مسأله باعث شده است تا تعدادی از شهرهای کشور از جمله شهر تهران در زمره آلوده‌ترین شهرهای جهان قلمداد گردد.

از این رو، این مطالعه می‌کوشد تا آلودگی هوای ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در صنایع تولیدی ایران را در دوره ۸۶-۱۳۷۴ مورد بررسی قرار دهد. بدین منظور پس از بررسی مباحث نظری، مطالعات انجام شده در این زمینه مورد توجه قرار می‌گیرد و در ادامه به بررسی مدل مورد استفاده و ارائه نتایج تخمین مدل پرداخته می‌شود و جمع‌بندی و نتیجه‌گیری، بخش پایانی این مطالعه را تشکیل می‌دهد.

۲. ادبیات تحقیق

۲-۱. آلاینده‌های زیست‌محیطی

رابطه میان توسعه اقتصادی و تخریب محیط زیست تا مدت‌ها به صورت یک بحث صرفاً نظری مطرح بود. فراهم نبودن اطلاعات زیست‌محیطی برای یک دوره چندین ساله و مبهم بودن چگونگی اندازه‌گیری کیفیت محیط زیست، از دلایل این امر به شمار می‌روند. از این رو، در غیاب یک معیار واحد برای تعیین کیفیت محیط زیست از شاخص‌های متفاوتی به منظور تعیین رابطه میان توسعه اقتصادی و آلودگی محیط زیست استفاده شده که در مطالعات تجربی، این شاخص‌ها در سه گروه طبقه‌بندی شده است: شاخص‌های آلودگی هوا، آلودگی آب و سایر شاخص‌های زیست‌محیطی (Galeotti, 2007: 5). با توجه به این که در این مطالعه از شاخص‌های آلودگی هوا به منظور تعیین کیفیت محیط زیست استفاده شده، شرح مختصری از این نوع آلودگی ارائه می‌شود.

۲-۱-۱. آلودگی هوا

هوا گازی است بی‌رنگ، بی‌بو و مخلوطی از عناصری مانند ازت، اکسیژن، هیدروژن، گازکربنیک، آرگون، نئون، هلیوم، کریپتون، گزنون و مقداری بخار آب و گاز آمونیاک. هوا نیز مانند سایر منابع محیط زیست دارای ظرفیت محدود است و تحمل تخلیه مواد زاید و سمی مختلف را در حدی که امروزه بشر به آن تحمیل کرده است ندارد. هرگونه تغییر در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی عناصر تشکیل‌دهنده هوا را «آلودگی هوا» می‌گویند که از منابع مختلف طبیعی و مصنوعی ایجاد می‌شود. آلودگی هوای ناشی از منابع طبیعی حتی قبل از زندگی انسان بر روی زمین وجود داشته، اما فعالیت‌های انسان مقدار آن را اضافه کرده است به نحوی که در بعضی مواقع میزان آلودگی هوا به قدری افزایش می‌یابد که سلامتی و حیات موجودات را تهدید می‌کند (خادمی و همکاران: ۱۷ و ۱۸).

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

آلودگی ناشی از صنایع، منبع اصلی آلودگی است که در اثر فعالیت‌های مصنوعی ایجاد می‌شود. در میان صنایع نیروگاه‌های حرارتی، کارخانه‌های تولید مواد شیمیایی، تولید سیمان، کاغذ، نساجی، دباغی و غیره منابع اصلی آلودگی هوا هستند (سایت مرکز اطلاعات علمی و تخصصی حمل و نقل و ترافیک).

اکسیدهای گوگرد، اکسیدهای نیتروژن، مونواکسید کربن، ذرات معلق، هیدروکربن‌ها و دی اکسید کربن از جمله گازهای آلاینده و گلخانه‌ای هستند که در اثر فعالیت‌های بخش انرژی به ویژه احتراق سوخت‌های هیدروکربنی به جو راه می‌یابند. گازهای گلخانه‌ای مانند دی اکسید کربن سبب بروز پدیده تغییر آب و هوا و گرمایش جهانی شده و از بعد جهانی حائز اهمیت می‌باشند. درصورتی‌که گازهای آلاینده‌ای مانند NO_X ,SO_X ,CO سبب بارش باران‌های اسیدی، بروز مخاطرات بهداشتی و سلامتی برای انسان و سایر موجودات گردیده و عمدتاً از دیدگاه منطقه‌ای و ملی مورد توجه قرار می‌گیرند (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۲: ۳۱۲). منظور از آلودگی هوا در این مطالعه انتشار SPM (ذرات معلق[۱]) و SO_2 (دی اکسید گوگرد[۲]) ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی (نفت کوره، نفت گاز، نفت سفید، بنزین، گاز طبیعی و گاز مایع) در صنایع تولیدی ایران است.

۲-۲. توسعه اقتصادی و محیط زیست

ارتباط میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست در یک بستر زمانی بلندمدت می‌تواند به صورت مستقیم، معکوس یا ترکیبی از هر دو باشد. این بحث (جریان رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست) موضوع بسیاری از مطالعات و تحقیقات صورت گرفته در این زمینه است. بررسی جریان شکل‌گیری این حوزه از مطالعات حکایت از آن دارد که طی چند دهه اخیر دو جریان فکری کلی در این حوزه وجود داشته است که در نهایت به یک رویکرد سوم تبدیل شده‌اند.

از نظر بسیاری از دانشمندان علوم اجتماعی و علوم طبیعی، سطوح بالاتری از فعالیت اقتصادی (تولید یا مصرف) نیازمند انرژی و مواد اولیه بیشتری است و در نتیجه مقادیر بیشتری از مواد زائد فرعی ایجاد می‌شود. استخراج رو به افزایش منابع طبیعی، تجمع مواد زائد و تمرکز آلاینده‌ها از

---

۱. به هر ماده بجز آب خالص که به صورت مایع یا جامد در اتمسفر تحت شرایط نرمال در اندازه میکروسکوپی یا ریزمیکروسکوپی اما بزرگتر از ابعاد مولکولی باشد، ذرات معلق می‌گویند. این‌گونه ذرات معمولا باعث تیره رنگ شدن هوای شهر شده و هرچه مقدار این ذرات بیشتر باشد هوای شهر آلوده‌تر به نظر می‌رسد. منابع مصنوعی ذرات معلق در مناطق شهری شامل صنایع مختلف از قبیل سیمان، ذغال سنگ، ذوب آهن، کارخانجات گچ‌پزی و کارگاه‌های بزرگ تراشکاری می‌باشد.

۲. برخی از سوخت‌های فسیلی مانند زغال سنگ و مواد نفتی سنگین (نفت کوره و گازوییل) حاوی مقادیر زیادی گوگرد می‌باشند که این گوگرد در اثر احتراق به شکل گاز دی اکسید گوگرد در فضا پخش می‌شود.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

ظرفیت تحمل زیست کره بالاتر رفته و منجر به تخریب محیط زیست می‌شود و در واقع علی‌رغم افزایش سطح درآمد، شاهد کاهش رفاه انسان‌ها خواهیم بود. علاوه بر این، تخریب منابع طبیعی نهایتا فعالیت اقتصادی را با خطر مواجه می‌کند. از این رو، برای حفاظت از محیط زیست و حتی حفظ فعالیت‌های اقتصادی باید رشد اقتصادی متوقف شده و جهان به سمت اقتصاد در وضعیت پایا[1] حرکت نماید (Panayotou, 2000: 1).

در طرف دیگر، این طیف کسانی هستند که معتقدند سریع‌ترین راه برای بهبود کیفیت محیط زیست در امتداد مسیر رشد اقتصادی قرار دارد و به منظور بهبود استانداردهای زیست‌محیطی باید در جریان رشد اقتصادی گام نهاد. چرا که اصولا سطح بالاتری از درآمد باعث افزایش تقاضا برای کالایی می‌شود که از سطح کمتری از مواد اولیه استفاده می‌کند و نیز اینکه افزایش درآمد باعث افزایش تقاضای کیفیت محیط زیست می‌شود و این به معنی پذیرش معیارها و ضوابط حفاظتی زیست‌محیطی است (پژویان و مراد حاصل، ۱۳۸۶ :۱۴۳).

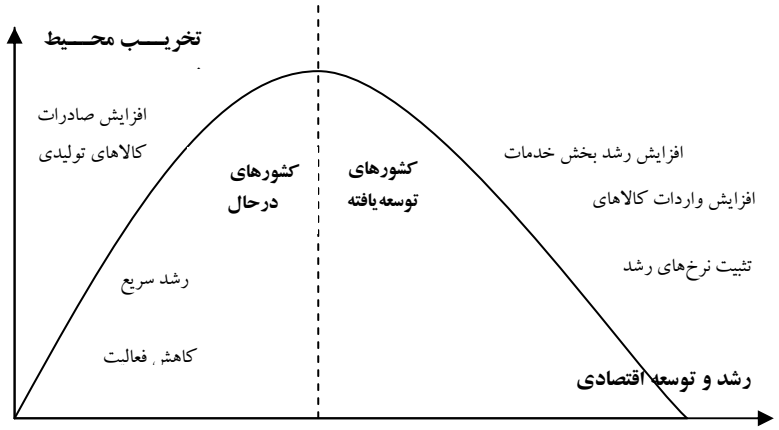
اما دیدگاه سوم که از اوایل دهه ۹۰ مطرح شد، به منحنی کوزنتس زیست‌محیطی مشهور گردید. بر طبق این نظریه، رابطه میان درآمد سرانه و معیارهای تخریب محیط زیست به صورت یک رابطه U برعکس است. بر طبق این فرضیه، رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست، چه مثبت و چه منفی، در طول مسیر توسعه یک کشور ثابت نیست. در حقیقت هنگامی که کشور به حدی از درآمد می‌رسد که تقاضای مردم برای یک محیط زیست پاکیزه‌تر و تلاش آنان برای زیرساخت‌های کاراتر بیشتر می‌شود، علامت این رابطه از مثبت به منفی تغییر می‌یابد. نمودار ۱ وضعیت کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه را با توجه به دیدگاه سوم نشان می‌دهد:

1. Steady State

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

نمودار ۱. رابطه رشد و توسعه اقتصادی با تخریب محیط زیست



منبع: Chaitanya, 2007

همان‌طور که از نمودار ۱ مشخص می‌شود، کشورهای در حال توسعه در شیب افزایشی منحنی قرار دارند. این کشورها از اقتصاد مبتنی بر کشاورزی به سمت یک اقتصاد صنعتی در حال انتقال هستند. نرخ بالای رشد جمعیت، رشد سریع صنعتی‌شدن، مبادلات صنعتی و افزایش تعداد وسایل نقلیه، همگی از مواردی هستند که باعث افزایش مصرف انرژی در این کشورها می‌شوند. اما بخش انرژی علی رغم نقش اساسی در فرایند توسعه، مشکلات زیست‌محیطی را نیز به دنبال دارد؛ به طوری که امروزه یکی از چالش‌های اصلی و ضروری در بعد جهانی از بحث انرژی برای توسعه پایدار، توسعه صنعتی، آلودگی هوا/جو و تغییر آب و هوا نشأت می‌گیرد.

این موارد بر تمامی بخش‌های اقتصادی، فعالیت‌های اجتماعی، سلامت جوامع بشری و کره زمین در ابعاد محلی، منطقه‌ای و جهانی تأثیر می‌گذارند. کمبود و عدم دسترسی به خدمات انرژی مدرن، زیرساختارهای ضعیف و کمبود ظرفیت‌های نهادی و انسانی، علاوه بر دسترسی محدود به فن‌آوری‌های نوین و منابع مالی کافی موجب ممانعت از توسعه صنعتی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه شده است که به عنوان مشکلات کلیدی در دستیابی به اهداف توسعه هزاره (MDG)[1] و تعهدات و اهداف بیانیه ژوهانسبورگ محسوب می‌شوند. در دستیابی به توسعه پایدار، لزوم افزایش پایداری و قابل پیش‌بینی بودن بازارهای جهانی انرژی، بهبود فضای سرمایه‌گذاری در بخش انرژی شامل توسعه زیرساخت‌های انرژی، بهبود راندمان انرژی و صرفه‌جویی انرژی، تنوع منابع انرژی و

1. Millennium Development Goals

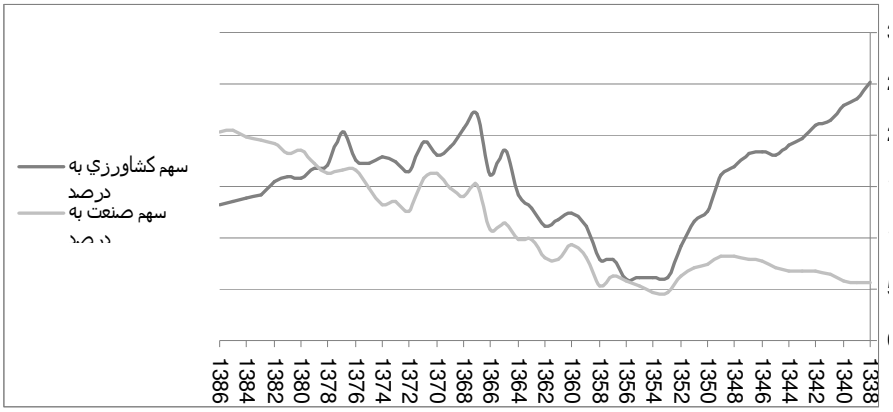
[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

کاهش فقر انرژی غیر قابل انکار می‌باشد (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴: ۳۱۴).

با روشن شدن اهمیت انرژی در روند توسعه و همچنین مشکلات زیست‌محیطی ناشی از این بخش مهم، به جاست که وضعیت ایران به عنوان کشوری در حال توسعه مورد توجه و ارزیابی قرار گیرد. بنابر آمار منتشره از سوی وزارت نیرو، کل مصرف نهایی انرژی در سال ۱۳۷۴ (ابتدای دوره مطالعه) معادل ۵۱۹/۴ میلیون بشکه نفت خام بوده و این رقم در سال ۱۳۸۶ (انتهای دوره مطالعه) به حدود ۹۷۵/۲ میلیون بشکه معادل نفت خام رسیده است که حدود ۴۷۵/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام آن در سال ۱۳۷۴ و حدود ۸۷۷/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام آن در سال ۱۳۸۶ انرژی فسیلی بوده است. همچنین کل مصرف نهایی انرژی در بخش صنعت از حدود ۱۳۱/۹ معادل میلیون بشکه نفت خام در سال ۱۳۷۴ به حدود ۲۳۷/۵ میلیون بشکه نفت خام در سال ۱۳۸۶ افزایش یافته است. همچنین از مقایسه سهم بخش صنعت و کشاورزی در درآمد ملی چنین برمی‌آید که سهم بخش کشاورزی در درآمد ملی از حدود ۲۵ درصد در سال ۱۳۳۸ به حدود ۱۳ درصد در سال ۱۳۸۶ کاهش یافته، در حالی که سهم بخش صنعت در درآمد ملی از حدود ۶ درصد در سال ۱۳۳۸ به حدود ۲۰ درصد در سال ۱۳۸۶ افزایش یافته که روند تغییرات سهم بخش صنعت و بخش کشاورزی در درآمد ملی در نمودار ۲ آمده است.

نمودار ۲: سهم بخش صنعت و بخش کشاورزی در درآمد ملی در دوره ۸۶-۱۳۳۸



منبع: آمارهای منتشره از طرف بانک مرکزی

نمودار ۲ نشان می‌دهد که سهم بخش صنعت تقریباً یک روند صعودی را در دوره ۸۶-۱۳۳۸ طی نموده است. با توجه به تجربه کشورهای توسعه‌یافته در زمینه تخریب محیط زیست و این نکته

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

که در مراحل اولیه توسعه اقتصادی، مقیاس فزاینده فعالیت اقتصادی و نیز ساختار در حال تغییر از فعالیت‌های کشاورزی به فعالیت‌های صنعتی، آلودگی بیشتری را ایجاد می‌کند و همچنین نگرانی جهانی در زمینه مشکلات زیست‌محیطی و آلودگی هوا که با صنعتی‌شدن و افزایش مصرف انرژی شدت یافته است، توجه به بخش‌های آلوده‌کننده محیط زیست در کشورهای در حال توسعه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌شود.

ایران نیز به عنوان کشوری در حال توسعه از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. بررسی انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای از بخش‌های مختلف مصرف‌کننده انرژی نشان می‌دهد بیشترین میزان انتشار این گازها به بخش صنعت، بخش حمل و نقل و بخش خانگی، تجاری و عمومی نسبت داده می‌شود. از این رو، این مطالعه می‌کوشد تا رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از مصرف انرژی را در صنایع تولیدی ایران و در دوره ۸۶-۱۳۷۴ مورد بررسی قرار دهد.

میانگین انتشار دو نوع از گازهای آلاینده بخش صنعت یعنی SPM (ذرات معلق) و SO_2 (دی اکسید گوگرد) و به تفکیک ۲۱[1] صنعت تولیدی ایران (در سطح کدهای دو رقمی) و نیز متوسط ارزش افزوده هر صنعت در دوره ۸۶-۱۳۷۴در جدول ۱ ارائه شده، همچنین در هر ستون بزرگترین مقدار (رتبه ۱ تا ۳) به صورت پررنگ مشخص شده است.

۱. لازم به توضیح است که صنعت ۳۷ (صنعت بازیافت) به دلیل کامل نبودن داده‌های مورد نیاز از بررسی حذف شده است.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

جدول ۱: میانگین انتشار دو نوع از گازهای آلاینده بخش صنعت یعنی SPM و SO_2 به تفکیک صنایع و متوسط ارزش افزوده هر صنعت در دوره ۸۶-۱۳۷۴

کد	صنعت	ارزش افزوده (میلیارد ریال)	SO_2 (هزار تن)	SPM (تن)
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۳۲۶۸	۱۲۹۵۲/۸٤	۱۱۱۸/۸۸
۱۷	تولید منسوجات	۲۱۰۶	۲۸۷۸/۹۴	۲۸۰/۷۲
۱۸	تولید پوشاک- عمل آوردن و رنگ کردن پوست- خزدار	۹۳	۴۵/۹۸	۵/۹۳
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و یراق و تولید کفش	۳۰۰	۲۲۰/۴۸	۲۱/۷۶
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه- غیر از مبلمان- ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۱۶۲	۵۰۰/۴۸	۵۰/۱۶
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۴۹۹	۷۰۸/۰۴	۸۲/۹۰
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر محصولات رسانه‌ای ضبط شده	۳۴۹	۴۳/۸۸	۷/۹۹
۲۳	صنایع تولید ذغال کک- پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۱۰۶۹	۴۲۹۳/۶۷	۶۲۸/۴۵
۲۴	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۴۲۲۲	۲۶۰۲/۸۵	۵۵۱/۵۶
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۸۵۵	۶۵۳/۱۰	۷۸/۴۹
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	۲۶۳۶	۴۳۹۹۰/۸۹	۳۴۱۷/۶۲
۲۷	تولید فلزات اساسی	۲۹۸۸	۲۳۸۰/۵۰	۶۲۰/۹۹
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات	۱۲۸۸	۹۹۰/۶۹	۱۲۰/۱۷
۲۹	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۰۷۵	۹۵۵/۴۲	۱۲۵/۶۴
۳۰	تولید ماشین آلات اداری و حسابگر و محاسباتی	۹۸	۸/۳۲	۱/۲۱
۳۱	تولید ماشین آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۱۰۴۵	۳۶۹/۸۱	۴۲/۲۶
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۴۵۸	۳۵/۰۴	۵/۱۲
۳۳	تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۱۷۳	۹۵/۹۱	۹/۹۳
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۵۶۹۴	۷۴۲/۴۱	۶۱/۲۸
۳۵	تولید سایر وسایل حمل ونقل	۷۷۷	۱۶۸/۸۴	۱۹/۵۶
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۸۳	۲۲۰/۸۶	۲۲/۶۱

منبع: یافته‌های تحقیق

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

با توجه به جدول ۱ صنایع تولیدی ۳۴ (تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر)،۲۴ (صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی) و ۱۵ (صنایع مواد غذایی و آشامیدنی) از نظر میانگین ارزش افزوده به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند. همچنین از نظر میانگین انتشار SO_2 و میانگین انتشار SPM نیز صنایع تولیدی ۲۶ (تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی)، ۱۵ (صنایع مواد غذایی و آشامیدنی) و ۲۳ (صنایع تولید ذغال کک- پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای) به ترتیب آلوده‌ترین صنایع بوده‌اند.

۲-۳. مبانی تئوریک و مطالعات انجام‌شده

اثرات زیست‌محیطی توسعه اقتصادی در سال‌های اخیر توجه بسیاری از اقتصاددانان را به خود جلب نموده و بویژه در دهه اخیر (یعنی دهه ۱۹۹۰) به طور جدی و بحث برانگیزی مطرح و باعث پیدایش مطالعات قابل ملاحظه‌ای در دوره اخیر شده است (Dinda, 2004: 432). اگرچه اغلب این مطالعات برای تعیین رابطه میان توسعه اقتصادی و تخریب محیط زیست از اطلاعات در سطح کشورها استفاده نموده‌اند، در بخش متوسط و محدودی از این مطالعات هم رابطه میان سطح فعالیت صنعتی و آلودگی ناشی از آن مورد بررسی قرار گرفته است.

الف) مطالعات انجام‌شده در خارج از کشور

مطالعه گراسمن و کراگر (۱۹۹۱) را شاید بتوان جزء اولین دسته از مطالعات در تعیین رابطه میان آلودگی محیط زیست و توسعه اقتصادی به حساب آورد. در این مطالعه که به منظور ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تجارت آزاد آمریکای شمالی انجام شد، رابطه میان آلودگی و رشد اقتصادی توسط رابطه‌ای رگرسیونی مورد بررسی قرار گرفت (Grossman and Krueger, 1991).

پس از گراسمن و کراگر، مطالعات بسیاری در این زمینه انجام شده که در اغلب این مطالعات برای تعیین روابط ممکن میان آلودگی محیط زیست و توسعه اقتصادی، مدل تعدیل شده زیر مورد استفاده قرار گرفته است:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \beta_3 x_{it}^3 + \beta_4 z_{it} + \varepsilon_{it}$$

که در آن y شاخص زیست‌محیطی، x شاخص توسعه اقتصادی، و منظور از z متغیرهای دیگری است که باعث تخریب محیط زیست می‌شود. همچنین اندیس i به کشور مورد نظر،t زمان، α ضریب ثابت و β_k ضریب k امین متغیر توضیحی اشاره دارد.

اگر $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ باشد، یعنی هیچ رابطه‌ای بین x و y وجود ندارد. اگر $\beta_1 > 0$ و $\beta_2 = \beta_3 = 0$ باشد، یک رابطه یکنواخت افزایشی یا رابطه خطی بین x و y وجود دارد. اگر

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

$\beta_1 < 0$ و $\beta_2 = \beta_3 = 0$ باشد، یک رابطه یکنواخت کاهشی بین x و y وجود دارد. اگر $\beta_1 > 0$ و $\beta_2 < 0$ و $\beta_3 = 0$ باشد، یک رابطه U برعکس میان x و y وجود دارد که از آن به منحنی زیست محیطی کوزنتس[1] تعبیر می‌شود. اگر $\beta_1 < 0$ و $\beta_2 > 0$ و $\beta_3 = 0$ باشد، یک رابطه U شکل میان x و y وجود دارد. اگر $\beta_1 > 0$ و $\beta_2 < 0$ و $\beta_3 > 0$ باشد، یک چندجمله‌ای از درجه سه و یک رابطه N شکل میان x و y وجود دارد. اگر $\beta_1 < 0$ و $\beta_2 > 0$ و $\beta_3 < 0$ باشد، یک رابطه N برعکس میان x و y وجود دارد.

پارگال و ویلر در مطالعه‌ای نقش مقررات رسمی در نشر آلودگی آب صنعتی را در سطح بنگاه در اندونزی مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه آلودگی در سطح بنگاه در رابطه‌ای به صورت زیر بیان شده است:

$$P_{ij} = f\left(W_{lj}, W_{ej}, W_{mj}, Q_i, s_i, v_i, f_i, m_i, g_i, n_i, y_j, a_j, t_j, e_j\right)$$

متغیرهای مورد استفاده در این مدل عبارتند از:

P_{ij}: کل آلودگی منتشر شده از بنگاه i در منطقه j، W_{lj}: دستمزد بخش تولیدی در منطقه j، W_{ej}: شاخص قیمت انرژی در منطقه j، W_{mj}: شاخص قیمت نهاده مواد خام در منطقه j، Q_i: کل تولید بنگاه i، s_i: هر یک از بخش‌های بنگاه i، v_i: سن بنگاه i، f_i: بهره‌وری عوامل تولید در بنگاه i، m_i: وضعیت چند ملیتی بنگاه i (اگر چند ملیتی بود برابر با ۱)، g_i: وضعیت خصوصی یا عمومی بنگاه i (اگر عمومی بود برابر با ۱)، n_i: سهم بنگاه i در اشتغال تولیدی منطقه j، a_j: تراکم جمعیت در منطقه j، و y_j: درآمد سرانه در منطقه j، t_j: کل فشار زیست‌محیطی جاری در منطقه j و e_j: نرخ تحصیلات بعد از دوره ابتدایی در منطقه j.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که آلودگی آب تابعی افزایشی از میزان تولید و مالکیت دولتی و تابعی کاهشی از بهره‌وری و مقررات زیست‌محیطی محلی (غیررسمی) است (Pargal and Wheeler, 1996).

انتویلر و همکاران در مطالعه‌ای رابطه بین آلودگی و سرمایه فیزیکی را در صنایع تولیدی آمریکا مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج بررسی نشان می‌دهد که صنایعی با حجم آلودگی بالاتر، از سرمایه فیزیکی بیشتری استفاده می‌نمایند (Antweiler et al, 2001).

کول، الیوت و شیماموتو در مطالعه‌ای رابطه میان فعالیت صنعتی، قوانین زیست‌محیطی و آلودگی هوا را در صنایع تولیدی انگلستان مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه، رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و آلودگی هوا در قالب مدل زیر مطرح شده است:

$$E_{it} = \alpha_i + \delta_t + \beta_1 N_{it} + \beta_2 PCI_{it} + \beta_3 HCI_{it} + \beta_4 SIZE_{it} + \beta_5 TFP_{it} + \beta_6 CAP_{it} + \beta_7 RD_{it} + \varepsilon_{it}$$

1. Environmental Kuznets Curve

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

در رابطه فوق، متغیر وابسته E_{it}: انتشار آلودگی به ازای هر واحد ارزش افزوده است. و منظور از N_{it}: مصرف انرژی فسیلی به ازای هر واحد ارزش افـزوده، PCI_{it}: شـدت سـرمایه فیزیکـی، HCI_{it}: سهمی از ارزش افزوده که به کارگران ماهر پرداخت شده است، S_{it}: متغیر اندازه که با ارزش افزوده هر بنگاه در صنعت i تعریف شده اسـت، TFP_{it}: کـل بهـره‌وری نیـروی کـار، CAP_{it}: هزینـه‌هـای سرمایه‌ای یک صنعت که به عنوان سهمی از ارزش افزوده بیان شده و تحت این فـرض کـه هرچـه این مخارج در صنعتی بزرگتر باشد احتمالا تجهیزات و ماشـین‌آلات صـنعت جدیـدتر خواهـد بـود، عمل می‌نماید، RD_{it}: مخارج تحقیق و توسعه بر مبنای ارزش افزوده به عنوان معیاری برای نوآوری در یک صنعت در نظر گرفته شده است.

نتایج این بررسی که به کمک داده‌های پنلی برای دوره ۹۸-۱۹۹۰ انجام گرفتـه، نشـان مـی‌دهـد کـه شدت آلودگی، تابعی مثبت از مصرف انرژی، شدت سرمایه فیزیکی و شدت سرمایه انسانی است. همچنـین رابطه‌ای منفی بین حجم آلودگی و اندازه متوسط بنگاه در یک صنعت، بهره‌وری یک صـنعت، هزینـه‌هـای سرمایه‌ای و هزینه‌های تحقیق و توسعه وجود دارد (Cole, Elliott and Shimamoto, 2004).

ب) مطالعات انجام شده در داخل کشور

صادقی و حیدری (۱۳۸۱) در مقاله‌ای، کاربرد مالیات‌هـا و یارانـه‌هـا را در کـاهش آلـودگی صـنایع استان تهران مورد بررسی قرار داده و با اشاره به نتایج آمارگیری از کارگـاه‌هـای بـزرگ صـنعتی در سال ۱۳۷۶، (بیش از یک سوم کارگاه‌های صنعتی کشور در استان تهران قرار گرفته اسـت) تـراکم غیر اصولی و بی‌رویه صنایع در استان تهران را علت بروز بسیاری از آلودگی‌های زیسـت‌محیطـی در این استان بیان می‌کنند. نتایج مطالعه نشان می‌دهـد در صـورتی کـه سیسـتم و نظـام جمـع‌آوری مالیات از کارآیی لازم برخوردار باشد، ابزارهای مالیاتی (مالیات بر نهاده، مالیات بر محصول و مالیات بر مواد متصاعد) می‌تواند نقش مؤثری در کاهش آلودگی صنایع استان تهران داشته باشد.

خسروی دهکردی و مـدرس (۱۳۸۶) در مطالعـه‌ای آلـودگی هـوای اصـفهان ناشـی از صـنعت پتروشیمی را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه غلظت روزانه SO2، O3، TSP، NO2، NO، CO، CH4، NOx و NMVOC ناشی از صنعت پتروشیمی اصفهان مورد بررسی قرار گرفته است. توابع خودهمبستگی سری‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که SO2 و O3 با زمان رابطه نداشـته و از پدیده‌های کاملا تصادفی‌اند. نتایج رگرسیون زمانی نیز نشان‌دهنده تغییرات غیر خطی آلاینده‌هـا در طول زمان است که می‌تواند ناشی از آثار فصلی باشد. تابع چگالی طیفی و نمودار تجمعی مقادیر نرمال نیز غیر خطی بودن و نوسان‌های فصلی سری‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

۳. معرفی مدل مورد استفاده و روش برآورد

اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش از گزارشات و نتایج سرشماری از کارگاه‌های تولیدی ایران که همه‌ساله توسط مرکز آمار کشور منتشر می‌شود، گردآوری و تمامی ارزش‌ها بر حسب شاخص‌های قیمتی در سال پایه ۱۳۷۴ تعدیل شده است. کارگاه‌های تولیدی ایران، براساس فعالیت‌های اقتصادی و بر حسب طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های صنعتی (ISIC[1]) به ۲۲ گروه صنعتی تقسیم‌بندی شده است. لازم به توضیح است که این اطلاعات از مرکز آمار ایران به صورت خام خریداری و با استفاده از فرم‌های موجود (پرسش‌نامه‌های مورد استفاده در طرح آمارگیری)، متغیرهای مورد نیاز (اشتغال، ارزش افزوده و تولید) محاسبه شده است.

با توجه به اینکه آمار مربوط به انتشار آلاینده‌های هوا به تفکیک کدهای صنعتی موجود نمی‌باشد، به کمک ضرایب انتشار آلاینده‌های هوای ناشی از بخش صنعت[2] که توسط وزارت نیرو تهیه شده و همچنین مقدار سوخت فسیلی مصرف‌شده در صنایع، میزان انتشار این آلاینده‌ها برای صنایع تولیدی ایران و به تفکیک کدهای دو رقمی محاسبه شده است. به عنوان نمونه برای محاسبه میزان انتشار SO_2 در صنعت ۱۵ و در سال ۱۳۷۴، به کمک ضرایب مربوطه میزان SO_2 منتشره از هریک از سوخت‌های فسیلی (نفت کوره، نفت گاز، نفت سفید، بنزین، گاز طبیعی و گاز مایع) را محاسبه کرده و مجموع این رقم را به عنوان کل SO_2 منتشره از صنعت ۱۵ در سال ۱۳۷۴ در نظر می‌گیریم و به همین ترتیب برای تمام صنایع و در دوره ۱۰ ساله، میزان انتشار هر دو نوع آلاینده محاسبه شد.

مدل مورد استفاده در این مطالعه به طور جداگانه برای ۲ نوع از آلاینده‌های هوای ناشی از بخش صنعت یعنی SPM و SO_2 در دوره ۸۶-۱۳۷۴ و در سطح ۲۱[3] صنعت تولیدی ایران (در سطح کدهای دو رقمی) برآورد می‌شود.

برآورد مدل در این مطالعه بر اساس داده‌های تابلویی[4] (پنل) انجام می‌شود. این روش، ترکیبی از داده‌های سری زمانی (Time Series Data) و داده‌های مقطعی (Cross Section Data) است. ویژگی بارز این مدل این است که همزمان قادر است داده‌ها را به شکل سری زمانی و مقطعی گرد

---

1. International Standard of Industrial Classification (ISIC)

۲. با توجه به اینکه ضرایب انتشار آلاینده‌های هوا به تفکیک زیرگروه‌های صنعتی در ایران موجود نمی‌باشد از ضرایب انتشار بخش صنعت برای محاسبه میزان انتشار آلاینده‌ها در سطح کدهای دو رقمی استفاده شده است.

۳. لازم به توضیح است که صنعت ۳۷ (صنعت بازیافت) به دلیل کامل نبودن داده‌های مورد نیاز از بررسی حذف شده است.

4. Panel Data

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

آورده و نتایج آنها را با هم ارائه دهد. در هریک از مدل‌های سری زمانی و داده‌های مقطعی، محدودیت‌هایی وجود دارد که در مدل داده‌های پنلی می‌توان آن را کاهش داد. در روش داده‌های تابلویی ابتدا دو آزمون انجام می‌شود: برای تعیین حالت برابری عرض از مبدأ صنایع با حالت تفاوت در عرض از مبدأ صنایع از آزمون F و برای تعیین روش اثر ثابت[1] و یا اثر تصادفی[2] از آزمون هاسمن[3] استفاده می‌شود. از نتایج تست F در این مطالعه مشخص می‌شود که ضرایب اثرات ثابت برای همه صنایع مساوی نمی‌باشد، همچنین به کمک آزمون هاسمن روش اثر تصادفی انتخاب شده است.

۳-۱. عوامل مؤثر بر آلودگی صنعتی

با توجه به مطالعات انجام شده در زمینه رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و حجم آلودگی در صنایع، عوامل زیر به عنوان عوامل تأثیرگذار بر انتشار آلاینده‌های ناشی از بخش صنعت در دوره مورد بررسی در ایران مورد آزمون قرار گرفته است.

- میزان مصرف انرژی: بخش زیادی از آلودگی هوا ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی است. بنابراین هرچه میزان مصرف انرژی فسیلی در صنعتی بالاتر باشد، سطح بالاتری از آلودگی هوا در آن صنعت خواهیم داشت (Cole, Elliott and Shimamoto, 2004: 9).
- شدت استفاده از عوامل[4]: سطح آلودگی یک صنعت ممکن است از طریق شدت استفاده از عوامل تولید تحت تأثیر قرار بگیرد. بررسی انجام شده در مورد صنایع آمریکا نشان می‌دهد که بخش‌هایی که به ازای هر واحد ارزش افزوده با هزینه کاهش آلودگی بیشتری روبرو بوده‌اند از الزامات سرمایه‌ای فیزیکی بیشتری نیز برخوردار بوده‌اند. یعنی با فرض ثبات سایر شرایط، به نظر می‌رسد صنایعی که بیشتر بر ماشین‌آلات و تجهیزات متکی هستند نسبت به صنایعی که بیشتر بر نیروی کار متکی هستند حجم آلودگی بیشتری ایجاد می‌کنند و این را می‌توان احتمالاً به دلیل ارتباط بین شدت سرمایه فیزیکی و شدت انرژی‌بری آن صنعت دانست (Cole, Elliott and Shimamoto, 2004: 6). در مطالعه حاضر برای محاسبه شدت سرمایه فیزیکی از رابطه زیر استفاده شده است:

شدت سرمایه فیزیکی=(ارزش افزوده- مجموع کل مزد و حقوق پرداختی سالانه و سایر پرداختی‌ها به شاغلان تولیدی و غیر تولیدی)/شاغلان تولیدی و غیر تولیدی

1. Fixed Effects
2. Random Effects
3. Hausman Test
4. Factor Intensities

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

▪ از سوی دیگر چنین تصور می‌شود که احتمالاً بخش‌هایی با تکنولوژی برتر و سرمایه انسانی[۱] بالاتر کاراتر بوده و بنابراین از شدت انرژی‌بری کمتری برخوردارند. از این رو، در مقایسه با بخش‌هایی با مهارت کمتر، نسبتا پاکتر هستند. در این مطالعه برای محاسبه شدت مهارت نیروی انسانی از رابطه زیر استفاده شده است:

شدت مهارت نیروی انسانی = تعداد شاغلین ماهر[۲] /کل شاغلین تولیدی

▪ حجم فعالیت‌های صنعتی: انتظار می‌رود یک رابطه مثبت بین کل محصول یک بنگاه و انتشار آلودگی وجود داشته باشد. در این مطالعه، ارزش افزوده هر صنعت به عنوان معیاری برای حجم فعالیت‌های صنعتی در نظر گرفته شده است.

▪ بهره‌وری نیروی کار[۳]: برای محاسبه بهره‌وری نیروی کار از رابطه زیر استفاده شده است:

بهره‌وری نیروی کار = ارزش افزوده هر صنعت/کل تعداد شاغلین

در بخشی از مطالعه کول و همکاران برای محاسبه بهره‌وری عوامل تولید از شاخص بهره‌وری نیروی کار استفاده شده است. وجود رابطه‌ای منفی بین نشر آلودگی و بهره‌وری عوامل تولید (بهره‌وری نیروی کار) مورد انتظار است (Ibid & Pargal and wheeler, 1996).

▪ شاخص قیمت انرژی[۴]: به نظر می‌رسد پایین‌بودن قیمت انرژی‌های فسیلی در کشورهای در حال توسعه، یکی از دلایل افزایش آلودگی ناشی احتراق سوخت‌های فسیلی باشد. به عبارت دیگر، سطح پایین قیمت سوخت‌های فسیلی موجب استفاده بیشتر از آنها و نیز افزایش آلودگی منتشره از آن خواهد بود. انتظار می‌رود که نشر آلودگی تابعی منفی از قیمت انرژی باشد (Purgal and wheeler, 1996).

در این بخش به منظور برآورد رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و انتشار آلودگی در سطح صنایع از مدل کول و همکاران با تعدیلاتی به شرح ذیل استفاده می‌شود:

$$LE_{it} = f\left(LENERGY, LVA_{it}, LLP_{it}, LPCI_{it}, LSKILL_{it}, LoilP_{t}\right)$$

منظور از LE در رابطه فوق لگاریتم متغیر انتشار آلودگی بر حسب کیلوگرم (که در این مطالعه به عنوان معیاری برای آلودگی هوا در صنعت استفاده شده است)، LENERGY لگاریتم میزان مصرف انواع سوخت‌های فسیلی، LVA لگاریتم متغیر ارزش افزوده صنعت بر حسب ریال، LLP

1. Human Capital

۲. بنابر تعریف سالنامه آماری، در این مطالعه مجموع کارگران ماهر، تکنیسین‌ها و مهندسین به عنوان شاغلان ماهر خط تولید در نظر گرفته شده است.

۳. بهره‌وری نیروی کار طبق تعریفی که در گزارش سرشماری از کارگاه‌های تولیدی ایران ارائه شده، محاسبه شده است.

۴. از آنجا که در دوره مورد بررسی حدود ۵۰ درصد سوخت مصرفی صنایع تولیدی ایران را نفت کوره (نفت سیاه) تشکیل داده، قیمت این سوخت به عنوان معیاری برای قیمت انرژی در نظر گرفته شده است.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

لگاریتم متغیر بهره‌وری نیروی کار، LPCI لگاریتم متغیر حجم سرمایه فیزیکی، LSKILL لگاریتم متغیر نسبت نیروی کار ماهر به کل شاغلان تولیدی و LoilP شاخص قیمت سوخت‌های فسیلی است. همچنین اندیس i به صنعت مورد نظر و اندیس t نیز به سال مورد نظر اشاره دارد.

۳-۲. برآورد مدل و نتایج حاصل از تحقیق

مدل مورد نظر در دوره زمانی ۸۶-۱۳۷۴ به کمک داده‌های **تابلویی** و به روش اثرات تصادفی در سطح ۲۱ صنعت دو رقمی برآورد شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل در جدول ۲ ارائه شده است:

جدول ۲: نتایج حاصل از برآورد مدل

متغیرهای توضیحی	**LSPM**	**LSO_2**
LENERGY	۰/۸۲۹ (۵۰/۴۰)	۰/۷۰۵ (۲۰/۸۹)
LVA	۰/۱۶۵ (۵/۳۴۸)	۰/۳۸۹ (۶/۲۹)
LLP	-۰/۳۷۰ (-۸/۲۴)	-۰/۸۵۵ (-۹/۴۹۴)
LPCI	۰/۰۱۰ (۲/۱۱)	۰/۰۲۱ (۲/۱۴)
LOILP	-۰/۱۰۵ (-۳/۵۰۳)	-۰/۱۱۵ (-۱/۸۱۵)*
LSKILL	-۰/۱۹۲ (-۲/۳۸)	-۰/۳۹۶ (-۲/۳۶۴)
آماره **F**	۱۲۷۵/۹۰	۲۴۶/۴۷
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۹۷	۰/۸۵
آماره دوربین واتسون	۱/۳۵	۱/۲۳
آماره کای دو	۰	۰

- منبع: یافته‌های تحقیق - *در سطح ۱۰٪ معنادار است.

- متغیر وابسته به صورت لگاریتم میزان انتشار آلاینده‌ها (SPM و SO_2) بیان شده است. اعداد

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

داخل پرانتز نیز نشان‌دهنده آماره t می‌باشد.

نتایج بررسی نشان می‌دهد که برای هر دو آلاینده **SPM** و **SO_2**، رابطه‌ای مثبت میان انتشار آلودگی و مصرف انرژی وجود دارد یعنی هرچه مصرف انرژی در صنعتی بیشتر بوده، میزان انتشار آلودگی نیز بیشتر خواهد بود. درجه معنی‌داری بسیار بالای مدل نیز نشان‌دهنده اثر شدید مصرف انرژی بر نشر آلودگی است. همچنین رابطه‌ای مثبت میان انتشار آلودگی و ارزش افزوده وجود دارد یعنی با افزایش ارزش افزوده در دوره مورد بررسی، میزان آلودگی نیز افزایش یافته است. یعنی هرچه حجم فعالیت‌های صنعت بیشتر باشد، میزان انتشار آلودگی نیز بیشتر خواهد بود.

حجم سرمایه فیزیکی نیز رابطه مثبتی با میزان انتشار آلاینده‌ها دارد. یعنی صنایعی که بیشتر بر ماشین‌آلات و تجهیزات متکی هستند، میزان آلودگی بیشتری را ایجاد می‌کنند. اما ضریب منفی بهره‌وری نیروی کار نشان می‌دهد که با افزایش بهره‌وری نیروی کار، میزان آلودگی صنعتی کاهش یافته است. یعنی صنایعی که بیشتر بر نیروی کار ماهر متکی هستند میزان آلودگی کمتری ایجاد می‌کنند. وجود رابطه منفی بین قیمت سوخت‌های فسیلی و انتشار آلودگی نیز نشان می‌دهد که با افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی، انتشار آلودگی کاهش می‌یابد. نسبت تعداد شاغلین ماهر به کل شاغلان تولیدی یعنی شدت مهارت نیروی انسانی نیز رابطه‌ای منفی با نشر آلودگی را نشان می‌دهد.

با توجه به اینکه تمامی متغیرها به صورت لگاریتمی در نظر گرفته شده‌اند، ضرایب برآورد شده را می‌توان بر اساس کشش تفسیر نمود. ضرایب برآوردی برای انتشار SPM به این صورت تفسیر می‌شود: ضریب مثبت لگاریتم مصرف انرژی (۰/۸۲۹) نشان می‌دهد که به ازای ده درصد افزایش مصرف انرژی، انتشار آلودگی در حدود ۸ درصد افزایش داشته است. ضریب مثبت لگاریتم متغیر ارزش افزوده (۰/۱۶۵) نشان می‌دهد که به ازای ده درصد افزایش ارزش افزوده، انتشار آلودگی در حدود ۱/۶ درصد افزایش داشته است. ضریب منفی بهره‌وری نیروی کار (۰/۳۷-) بیان می‌کند که به ازای ده درصد افزایش در بهره‌وری نیروی کار، انتشار آلودگی در حدود ۳/۷ درصد کاهش می‌یابد. ضریب مثبت حجم سرمایه فیزیکی (۰/۰۱) نشان می‌دهد که به ازای ده درصد افزایش در حجم سرمایه فیزیکی، انتشار آلودگی در حدود ۰/۱ درصد افزایش داشته است. ضریب منفی قیمت سوخت‌های فسیلی (۰/۱۰۵-) نیز بیان می‌کند که با ده درصد افزایش قیمت، انتشار آلودگی در حدود ۱ درصد کاهش یافته است. ضریب منفی شدت مهارت نیروی انسانی (۰/۱۹۲-) یعنی اینکه با ده درصد افزایش شدت مهارت نیروی انسانی، نشر آلودگی در حدود ۲ درصد کاهش یافته است.

در مورد انتشار SO_2 تفسیر ضرایب بدین شرح است: ضریب مثبت لگاریتم مصرف انرژی (۰/۷۰۵) نشان می‌دهد که به ازای ده درصد افزایش مصرف انرژی، انتشار آلودگی در حدود ۷

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

درصد افزایش داشته است. ضریب مثبت لگاریتم متغیر ارزش افزوده (۰/۳۸۹) نشان می‌دهد که به ازای ده درصد افزایش ارزش افزوده، انتشار آلودگی در حدود ۳/۹ درصد افزایش داشته است. ضریب منفی بهره‌وری نیروی کار (۰/۸۵۵-) بیان می‌کند که به ازای ده درصد افزایش در بهره‌وری نیروی کار، انتشار آلودگی در حدود ۸/۶ درصد کاهش می‌یابد. ضریب مثبت حجم سرمایه فیزیکی (۰/۰۲۱) نشان می‌دهد که به ازای ده درصد افزایش در حجم سرمایه فیزیکی، انتشار آلودگی در حدود ۰/۰۲ درصد افزایش داشته است. ضریب منفی قیمت سوخت‌های فسیلی (۰/۱۱۵-) نیز بیان می‌کند که با ده درصد افزایش قیمت، انتشار آلودگی در حدود ۱ درصد کاهش یافته است. از ضریب منفی شدت مهارت نیروی انسانی (۰/۳۹۶-) نیز چنین بر می‌آید که با ده درصد افزایش شدت مهارت نیروی انسانی، نشر آلودگی در حدود ۴ درصد کاهش یافته است.

۴. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و آلودگی هوا در سطح ۲۱ صنعت تولیدی ایران و در دوره ۸۶-۱۳۷۴ مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به اینکه داده‌های مربوط به انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از بخش صنعت به تفکیک کدهای صنعتی ISIC در دسترس نبود، میزان انتشار این گازها به کمک ضرایب انتشار و میزان انرژی فسیلی مصرف شده توسط صنایع تولیدی ایران محاسبه شد. همچنین سایر اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش از داده‌های بانک مرکزی و نیز داده‌های مربوط به سرشماری بنگاه‌های تولیدی ایران که توسط مرکز آمار ایران منتشر می‌شود استخراج گردیده است. به منظور برآورد رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و انتشار آلودگی در سطح صنایع از مدل مدل کول و همکاران استفاده شده است. نتایج برآورد مدل مورد نظر که به کمک روش اثرات تصادفی برآورد شده به شرح زیر است:

- ✓ برای هر دو آلاینده **SPM** و **SO_2** رابطه‌ای مثبت میان انتشار آلودگی و مصرف انرژی وجود دارد. درجه‌ی بالای معناداری ضرایب محاسبه شده، نشان‌دهنده اثر بسیار شدید مصرف انرژی در نشر آلودگی است.
- ✓ برای هر دو آلاینده SPM و SO_2 رابطه‌ای مثبت میان انتشار آلودگی و ارزش افزوده وجود دارد و با افزایش ارزش افزوده در دوره مورد بررسی، میزان آلودگی نیز افزایش یافته است. یعنی هرچه حجم فعالیت‌های صنعت بیشتر باشد، میزان انتشار آلودگی نیز بیشتر خواهد بود.
- ✓ همچنین حجم سرمایه فیزیکی نیز رابطه مثبتی با میزان انتشار آلاینده‌ها دارد. یعنی صنایعی که بیشتر بر ماشین‌آلات و تجهیزات متکی هستند، میزان آلودگی بیشتری را ایجاد می‌کنند. که شاید این امر را بتوان به استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات پس از سپری شدن عمر مفید آنها و پایین بودن سطح فناوری‌ها در صنایع نسبت داد یعنی در واقع استفاده از ماشین‌آلات و

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

تجهیزات فرسوده موجب انتشار آلودگی بیشتر شده است که البته این امر نیازمند بررسی جدی و کارشناسانه در این زمینه است. در واقع حجم سرمایه فیزیکی نیز به نوعی منعکس‌کننده اثر بسیار مهم مصرف انرژی در نشر آلودگی است زیرا هرچه ماشین‌آلات و تجهیزات فرسوده‌تر باشد، شدت انرژی‌بری بیشتری داشته و در نتیجه آلوده‌کننده‌تر خواهد بود.

- ✓ ضریب منفی بهره‌وری نیروی کار نشان می‌دهد که با افزایش بهره‌وری نیروی کار، میزان آلودگی صنعتی کاهش یافته است.
- ✓ رابطه منفی میان انتشار آلودگی و قیمت سوخت‌های فسیلی نشان می‌دهد که با افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی، میزان انتشار آلودگی کاهش خواهد یافت. وجود رابطه منفی بین قیمت سوخت‌های فسیلی و نشر آلودگی نیز به نوعی به اثر بسیار مهم مصرف انرژی در نشر آلودگی اشاره دارد زیرا پایین بودن قیمت سوخت‌های فسیلی موجب مصرف زیاد این سوخت‌ها و در نتیجه نشر آلودگی بیشتر می‌شود.
- ✓ ضریب منفی شدت مهارت نیروی انسانی نیز بر این نکته تأکید دارد که افزایش شدت مهارت نیروی انسانی موجب کاهش نشر آلودگی می‌شود.

با توجه به مطرح شدن مفهوم توسعه پایدار در سال‌های اخیر و اینکه محورهای اصلی توسعه پایدار در هر کشور که چگونگی تعامل بخش انرژی، محیط زیست و اقتصاد است، مشخص می‌شود که علی رغم اهمیت صنایع در فرایند رشد و توسعه کشورها، صرف گسترش بخش صنعت نمی‌تواند راهگشایی برای رسیدن به توسعه باشد بلکه نیاز به توجه جدی به اقتصاد همراه با محیط زیست احساس می‌شود زیرا صنایع تولیدی به عنوان یکی از بخش‌های اساسی مصرف‌کنندهی انرژی در کشور، بخش زیادی از انتشار آلودگی هوا را به خود اختصاص داده است و یکی از دلایل اصلی آن استفاده از سوخت‌های فسیلی در این صنایع و نیز استفاده از تجهیزات فرسوده می‌باشد. با توجه به درجه بالای معنی‌داری ضریب محاسبه شده در خصوص مصرف انرژی در مدل، مشخص می‌شود که مصرف انرژی، عاملی بسیار مهم در نشر آلودگی است و بنابراین، باید سیاست‌گذاری‌های جدی و مناسبی در خصوص جایگزینی سوخت‌های پاک با انرژی‌های فسیلی انجام گیرد. همچنین باید مدیران کارگاه‌ها و کارخانه‌ها ملزم به استفاده از استانداردهای زیست‌محیطی مناسب شوند و ماشین‌آلات فرسوده نیز از رده خارج شده و با ماشین‌آلات جدید با تکنولوژی‌های برتر جایگزین شوند.

خوشبختانه در سال‌های اخیر مساعدت‌هایی از سوی دولت برای کمک به این بخش حیاتی و مهم کشور انجام گرفته است. بخش عمده این مشکلات هم با فرهنگ‌سازی در زمینه حفاظت از محیط زیست مرتفع خواهد شد. در واقع تا نیاز به سلامت محیط زیست از سوی افراد احساس نشود، سیاست‌گذاری‌ها و اجرای قوانین و مقررات، نتیجه چندان خوبی نخواهد داشت.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

منابع و مآخذ

برقی اسکویی، محمدمهدی و کاظم یاوری (۱۳۸۶) سیاست‌های زیست‌محیطی، مکان‌یابی صنایع و الگوی تجاری (آزمون فرضیه PHH در ایران)؛ پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۴۲، صص ۲۸-۱.

پژویان، جمشید و نیلوفر مراد حاصل (۱۳۸۶) بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا؛ فصلنامه پژوهشهای اقتصادی، سال هفتم، شماره چهارم، صص ۱۶۰-۱۴۱.

خسروی دهکردی، اردشیر و رضا مدرس (۱۳۸۶) تحلیل سری زمانی روزانه آلودگی هوای اصفهان ناشی از صنعت پتروشیمی؛ محیط‌شناسی، شماره ۴۴، صص ۴۲-۳۳.

دفتر برنامه ریزی انرژی، ترازنامه انرژی سالهای۸۶ -۱۳۷۹، تهران: وزارت نیرو.

صادقی، حسین و علی‌عباس حیدری (۱۳۸۱) کاربرد مالیات‌ها و یارانه‌ها در کاهش آلودگی صنایع در استان تهران؛ پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۴، صص ۱۸۲-۱۵۵.

هوا، مجموعه دانستنی های محیط زیستی برای آموزشگران (۲)؛ ترجمه مجتبی خادمی و همکاران، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.

سایت بهینه‌سازی مصرف سوخت http://www.ifco.ir

سایت مرکز اطلاعات علمی و تخصصی حمل و نقل و ترافیک http://www.ttic.ir

Antweiler, W., Copeland, B. R. and Taylor, M.S. (2001) Is Free Trade Good For the Environment? American Economic Review, Vol. 91, No. 4, PP. 877-908.

Chaitanya, K. (2007) Rapid Economic Growth and Industrialization in India, China & Brazil: At What Cost? William Davidson Institute Working Paper, No. 897.

Cole, M., Elliott, R. J. R., Shimamoto, K. (2004) Industrial Characteristics, Environmental Regulations and Air Pollution: An Analysis of the UK Manufacturing Sector; Research Paper, No. 22.

Dasgupta, S. Lucas, R. E.B., Wheeler, D. (2002) Plant Size, Industrial Air Pollution, and Local Incomes: Evidence from Mexico and Brazil. Environment and Development Economics, 7:2, PP. 365-381.

Galeotti, M. (2007) Economic Growth and the Quality of the Environment: Taking Stock, Environment; Development and Sustainability, 9, PP. 427–454.

Grossman, G.M., Krueger, A.B. (1991) Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement; National Bureau of Economic Research, Working Paper, Vol. 3914. NBER, Cambridge, MA.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]

Jha, R. and Murthy, K.V. B. (2003) An inverse global environmental Kuznets curve; Journal of Comparative Economics, 31, PP 352-368.

Panayotou, T. (2000) Economic Growth and The Environment; CID Working Paper No. 56, Environment and Development Paper, No. 4.

Pargal, S. and Wheeler, D. (1996) Informal Regulation of Industrial Pollution in Developing Countries: Evidence from Indonesia; Journal of Political Economy, Vol. 104, No. 6, PP. 1314-27.

[Downloaded from ecor.modares.ac.ir on 2024-04-29]

[DOR: 20.1001.1.17356768.1389.10.3.1.6]